

Научные сообщения

УДК 551.435.13(234.9)

© 2007 г. Н.Н. ВИНОГРАДОВА, И.В. КРЫЛЕНКО, В.В. СУРКОВ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РУСЛОФОРМИРУЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНОЙ РЕКИ В ЕЕ ВЕРХОВЬЯХ (на примере р. Баксан)¹

Основными факторами формирования русел в верховьях горных рек является геолого-геоморфологическое строение долины и различные экзогенные процессы: обвально-осыпные, сели, лавины, деятельность ледников. Они обеспечивают поступление твердого материала в реку, формируют рельеф дна долины, воздействуют на транспорт наносов. Особую роль в формировании и динамике русел горных рек играют селевые потоки, видоизменяющие русла не только селевых притоков, но и принимающей их основной реки. Исследованию селевой деятельности посвящено большое количество работ; в долине Баксана следует отметить работу И.Б. Сейновой [1], однако, целенаправленные исследования и натурные наблюдения за формированием русел горных рек в условиях активной селевой деятельности, особенно в верховьях, в непосредственной близости от истоков, практически отсутствуют.

Для восполнения этого пробела в 2004 г. было начато изучение русловых процессов в самых верховьях р. Баксан в Приэльбрусье, где на многих его притоках имеет место активная селевая деятельность. Исследования включали натурные наблюдения, анализ аэрофотоснимков и крупномасштабных топографических карт. Натурные наблюдения проводились на участке протяженностью 13.5 км от истока² до бывшего гидрологического поста Тегенекли. Они включали маршрутные обследования русла, фотографирование с закрепленных базисов, крупномасштабную (1:1000) съемку по руслу Баксана, нивелирование продольных и поперечных профилей. На характерных площадках в пределах верхнего 6-ти км участка изучался гранулометрический и петрографический состав руслообразующих наносов, их окатанность, морфология отдельных обломков в поверхностном слое – отмостке и рыхлой толще, залегающей под ней.

Общие сведения

Свое название р. Баксан получила от слияния рек Азау (Большой Азау) и Донгуз-Орун, впадающего в Азау в 8.5 км от его истока. Основным истоком реки является р. Большой Азау, берущая свое начало из одноименного ледника на юго-восточном склоне Эльбруса. Площадь водосбора реки 6800 км², из которых 6.8% покрыто ледниками. Длина реки 173 км, средневзвешенный уклон 12‰. Перепад высот от истока (2572 м) до устья р. Юсеньги (13.0 км от истока), расположенного несколько выше границы исследованного участка, составляет 710 м, средний уклон русла – 56.8‰.

В верховьях Баксана, в его долине и на склонах находятся как склоновые, так и долинные селевые бассейны, при этом последние являются морфологически простыми и охватывают бассейны притоков Баксана – Азау, Гарабаши, Терскола, Донгуз-Оруна

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 04-05-65030).

² Километраж приведен от истока р. Большой Азау по состоянию на 2004 г.

[2]. В связи с деградацией современных ледников в бассейне Азау отмечается повышенная селевая активность. В бассейне самого Баксана селевой процесс имеет ограниченное проявление. Здесь выход крупных селевых притоков в основную долину приводит к временному подпору или возникновению селевого состояния на ограниченном участке русла главной реки. Массовый сход селей по долинам притоков в некоторых случаях приводит к формированию селевого паводка, редко – селевого потока в горной части долины.

В геологическом строении долины Баксана запечатлена летопись истории формирования Большого Кавказа [3]. Сложена долина осадочными, изверженными и метаморфическими породами – от протерозоя до неоген-четвертичного возраста. Долина заложена по одному из крупных линейных разломов, пересекающих северный склон Центрального Кавказа. В верхней части долины ярко выражены ледниковые формы рельефа [4]. Форма долины здесь троговая, симметричная, с заметными переломами продольного профиля, обусловленными мелкими геологическими структурами.

Сток Баксана и его притоков формируется при значительной доле талых ледниковых и снеговых вод. Это обуславливает продолжительное весенне-летнее половодье (с апреля-мая до сентября-октября), на которое накладываются дождевые паводки. Наивысшие уровни и максимальные расходы воды наблюдаются в июле или августе. С пиком половодья совпадает и период схода селей из притоков. Сток воды от истоков к концу исследованного участка возрастает в несколько раз. Среднегодовой годовой расход воды на г. п. Тегенекли равен $10 \text{ м}^3/\text{с}$, среднесуточный максимальный – $51.9 \text{ м}^3/\text{с}$, минимальный – $2.11 \text{ м}^3/\text{с}$. Годовая амплитуда уровней невелика и редко превышает 2 м.

Продольный профиль

Продольный профиль русла Баксана в пределах исследованного участка реки невыработанный ступенчатый, что является характерным для многих горных рек. На первых 2.5 км от истока, в троговой долине отступившего ледника Большой Азау уклон русла полностью соответствует уклонам дна долины, сформированной при совместном воздействии тектоники и оледенения. Продольный профиль представляет собой здесь своеобразную лестницу с выположенными участками в днище выше скальных ригелей, где уклоны составляют 30–60‰, и ступенями с уклонами 140–300‰ и более во фронтальной зоне нагромождений твердого материала и на выходах скальных пород (рис. 1).

Ниже, на выходе реки в относительно широкую долину, днище которой заполнено древними флювиогляциальными отложениями, продольный профиль близок к прямолинейному, уклоны русла постепенно уменьшаются и составляют в 3 км от истока около 60‰, а в 7 км – 30–50‰ и практически соответствуют уклонам дна долины. После впадения рек Гарабаши (5.5 км от истока), Терскола (7.5 км от истока) и слияния с р. Донгуз-Оруно водоносность Баксана увеличивается примерно в 2.5 раза, и отсюда резко возрастает роль работы водного потока в формировании продольного профиля реки. Ниже слияния рек Азау и Донгуз-Орун Баксан до конца исследованного участка протекает в узкой долине, большая часть днища которой занята древними крупнообломочными флювиогляциальными отложениями. Продольный профиль на этом участке русла более плавный, чем в вышележащем расширении. Уклоны изменяются от 26‰ в верхней части ущелья (9.5 км от истока) до 20‰ ниже устья р. Юсеньга.

Пояс руслоформирования и формы рельефа

Проходящие в верховьях Баксана гляциальные селевые потоки формируют **пояс руслоформирования**, в пределах которого мигрирует речной поток, создавая основные элементы русла и своеобразных террасовидных поверхностей. Они образуются не столько в результате деятельности водного потока, сколько селевыми паводками; затапливаются только при экстремально высоких половодьях и в условиях высокого-

абс. высота, м

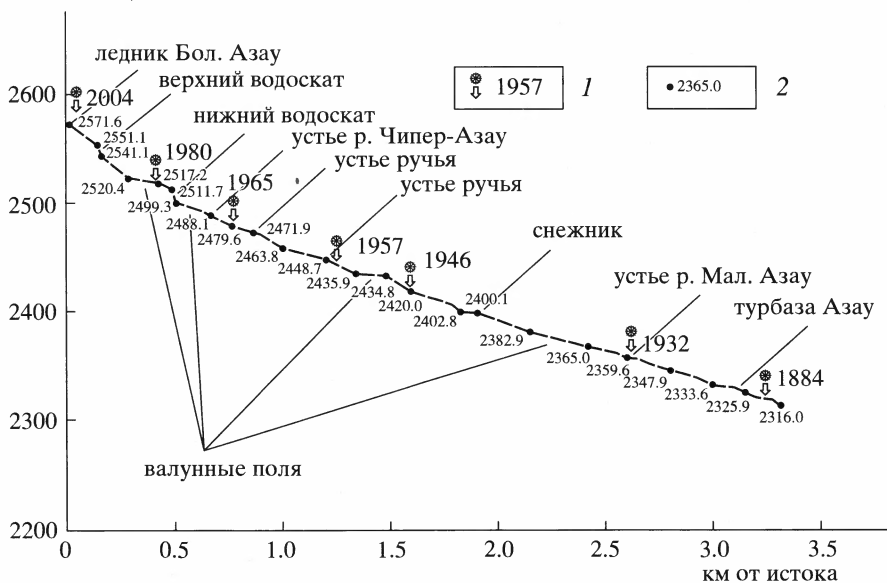


Рис. 1. Продольный профиль р. Баксан на первых 2.5 км от истока
1 – граница ледника (год), 2 – абсолютные отметки, м

рий почти лишены растительности. На отдельных участках, в обусловленных геологическим строением расширениях дна долины, и в устьях притоков пояс руслоформирования представляет собой обширные поля аккумуляции (шириной до 100–300 м или 50 ширин меженного русла) обломочного материала смешанного генезиса – селевого, лавинного, склонового и моренного. Это относительно ровные или слабо наклонные поверхности с хаотичными высыпками валунов, гальки, щебня. Этот материал перерабатывается водным потоком, который сортирует его и создает **специфические аллювиально-селевые формы рельефа**: гряды, водоскаты, побочки, осередки. В результате частой миграции русла в пределах пояса руслоформирования они встречаются по всей его ширине, хаотически чередуясь с селевыми и другими формами рельефа, образованными в результате деятельности экзогенных процессов. Геолого-геоморфологическое строение долины выступает как ограничивающий фактор, определяя ширину долины и основные ступени продольного профиля. Ниже по течению, по мере уменьшения интенсивности воздействия на русло экзогенных процессов и увеличения водоносности реки, роль водного потока быстро возрастает.

Гряды – основная элементарная форма аллювиально-селевого рельефа дна долины. Типичная гряда представляет собой скопление более или менее переработанного (преимущественно валунного) селевого и лавинного материала, включающего глыбы диаметром свыше 1 м. Гряды, как правило, короткие длиной от 10 до 30 м; их высота 1–2 и ширина не более 5 м. В результате большой крупности слагающего их материала гряды выражены нечетко. Более окатанный валунно-галечный аллювий находится на периферии гряд и выступает понижением между ними. Роль водного потока состоит в структурировании этих гряд, т. е. в создании грядового рельефа из селевого материала.

Водоскаты представляют собой серию порогов, следующих один за другим на небольшом расстоянии. Они располагаются на крупных структурных уступах и моренных грядах, сложены крупными валунами и глыбами (диаметром до 1.5 м) и практически не окатанным обломочным материалом. Стенка водоската не отвесна как на водопаде, ее крутизна 10–60°. Высота некоторых водоскатов составляет 10–15 м. Поток здесь разбивается на многочисленные мелкие струи, не образуя единого русла. В вер-

ховьях долины, сформировавшейся после 1980 г., на высотах 2480–2570 м встречаются оставленные потоком водоскаты, что свидетельствует о быстрых и резких изменениях положения русла в результате отступления ледника.

Крупные аллювиально-селевые формы рельефа в полях аккумуляции представлены нечетко выраженными **побочными**, расположенными в шахматном порядке и сложенными плохо окатанным селевым и аллювиальным (более мелким и лучше окатанным) материалом. Ширина их 40–70 м, длина до 200 м. Поверхность побочной имеет значительный уклон вниз по течению, перепад высот по длине побочной составляет от 2 до 5 м. Нижний край побочня обычно подрезан водным потоком и образует уступ высотой до 2 м, выклинивающийся вверх по течению. Между соседними побочными уклон русла сильно возрастает, здесь образуются пороги и водопады высотой 2–4 м. Сами побочни обычно состоят из нескольких (2–4) коротких аллювиально-селевых гряд. Однако встречаются побочни с относительно ровной поверхностью и с хаотическими высыпками обломочного материала, которые, как правило, находятся под осыпными склонами и лавинными лотками.

Аллювиально-селевые **осередки** являются особыми формами рельефа в верховьях долины. Они располагаются либо на выходах скальных пород, либо в местах впадения селевых притоков, где наблюдается фуркация потока. Осередок представляет собой узкую (шириной 5–6 м) вытянутую по течению аллювиально-селевую гряду клиновидной формы. Длина самого крупного осередка, расположенного в выбоине скального берега ниже устья р. Чипер-Азау (0.65 км от истока), достигает 70 м, ширина 10 м и перепад высот по его длине – 4 м. Осередки, как правило, стабильны и в отличие от побочной низкие, высотой не более 1 м над меженным уровнем воды.

Несколько ниже впадения р. Донгуз-Орун в Баксан в результате усиления руслоформирующей деятельности водного потока происходит постепенная трансформация аллювиально-селевых форм руслового рельефа в **аллювиальные**. Это проявляется в изменении структуры русла, параметров и выраженности русловых форм, характеристик руслообразующих наносов (сортированности, крупности, окатанности). Аллювиальные формы руслового рельефа – это фрагментарные, шириной 2–3 м галечно-валунные побочни, подвижные осередки, вытянутые вниз по течению косы. Все эти формы низкие, высотой не более 0.5 м над меженным уровнем, часто затопляемые во время половодий и паводков. Они относительно хорошо выражены только в пределах русла, образуя более низкую ступень, врезанную в селевые террасовидные поверхности.

Морфодинамические типы русла

В верховьях Баксана (до г. п. Тегенекли) по классификации Р.С. Чалова [5] выделяется горное порожиисто-водопадное русло (ПВ) и русло с неразвитыми аллювиальными формами (НАФ). Помимо этого выделены участки горного русла с неразвитыми аллювиально-селевыми формами (НАСФ), а также с переходными типами – ПВ-НАСФ и ПВ-НАФ (таблица).

Порожиисто-водопадное русло (ПВ) представляет собой чередование водоскатов, порогов и относительно выположенных участков с уклонами до 10‰. Ширина меженного русла на таких участках составляет от 3–8 м до 10–15 м. На первых 2.5 км от истока этот тип русла преобладает. Ширина дна долины от основания склонов составляет здесь от 50 до 250 м, ширина пояса руслоформирования – 15–40 м, ширина меженного русла – 3–8 м. Русло, как таковое, слабо выработано, местами полностью подавлено склоновыми процессами. Общее падение русла реки на этом участке около 250 м, средний уклон 91‰. Ниже впадения р. Малый Азау ПВ русло постепенно сменяется другими типами русла, которые занимают все большие по длине отрезки. На участке от Малого Азау до поляны Нарзанов (10.5 км от истока) ПВ русло развито фрагментарно, представлено единичными водопадами и водоскатами, а на 3-х км участке от поляны Нарзанов до г. п. Тегенекли оно занимает большие отрезки.

Расстояние от истока р. Бол. Азау, км	Тип русловых процессов	Морфодинамический тип русла	Уклон, ‰	Примечание
0–2.5	ПВ	Врезанное и адаптированное, слабоизвилистое	до 90 и более	По Бол. и Мал. Азау возможны крупные сели
2.5–5.0	ПВ-НАСФ	Адаптированное слабоизвилистое	55–70	Подвержено активным лавинным воздействиям с г. Чегет (правый борт долины)
5.0–8.9	НАСФ	Адаптированное слабоизвилистое	40–50	По рр. Гарабаши и Донгуз-Орун возможны крупные сели, по р. Терскол – мелкие редкие сели
8.9–13.5	ПВ-НАФ	Врезанное относительно прямолинейное	20–30	Деятельность лавин и селей незначительная

ПВ русло на исследованном участке является преимущественно адаптированным к геологическим структурам долины (конфигурации осыпей, моренных гряд и ледников). Водному потоку приходится “приспосабливаться” к сформированному во время селей руслу с его селевыми террасами, грядами и ступенями. Пояс руслоформирования имеет минимальную ширину, не превышающую 2–3 ширины меженного русла. Несмотря на большие уклоны, оно образует структурные пологие изгибы с радиусом (r) 40–50 м и отношением длины русла к шагу изгиба (l/L) 1.15–1.20. Перепад отметок по длине изгиба может достигать 20 м. Формирование изгибов определяется селевой и осыпной деятельностью. Они неустойчивы и быстро разрушаются под воздействием селей и осыпей. На водопадах и водоскатах русло прямолинейное.

Врезанное порожиисто-водопадное русло наблюдается на относительно небольших по длине участках сужения долины, где поток протекает в скальном лотке с почти отвесными стенками. Такие участки встречаются ниже поляны Нарзанов. Пояс руслоформирования отсутствует. Русло здесь относительно прямолинейное, занимает обычно все дно вреза шириной от 5–7 до 10–15 м. Крупные скальные обломки и валуны образуют в реке серии порогов длиной 20–50 м без четко выраженной ступенчатости.

Русло с неразвитыми аллювиально-селевыми формами (НАСФ) является преобладающим на участке протяженностью 3.9 км между устьями рек Гарабаши и Донгуз-Орун. Выше по течению оно формируется в редких, длиной 300–400 м, расширениях дна долины в местах впадения селевых притоков (например, р. Чипер-Азау). Ширина дна долины варьирует здесь от 300 до 500 м, ширина меженного русла в среднем составляет 10 м, а уклоны снижаются до 10–50‰. Ширина пояса руслоформирования по сравнению с ПВ руслом увеличивается до 40–50 м, что обычно соответствует ширине селевых отложений.

Между устьями рек Гарабаши и Донгуз-Орун на дне долины формируются поля аккумуляции валунного материала шириной 100–300 м. В их пределах русло образует пологие излуины с шагом (L) 20–60 м и радиусом кривизны (r) 20–50 м. Отношение l/L составляет в среднем 1.2, максимальное – 1.4. Русло часто образует серию из 2–3 излучин и огибает аллювиально-селевые побочки, расположенные в шахматном порядке. Перепад высот по длине излуины составляет не более 5–6 м. Следует отметить, что подобные поля аккумуляции небольшой протяженности (несколько сотен метров) встречаются по всей длине реки, в том числе и выше устья Малого Азау. Уклоны Баксана в их пределах резко уменьшаются, вплоть до 1.5–10‰ (рис. 1). В расширениях дна долины и в устьях селевых притоков поток образует отдельные разветвления (аллювиально-селевые осередки длиной 5–15 м) с четко выраженными грядами. Внешне облик русла на таких участках напоминает русло с развитыми аллювиальными формами. Здесь поток играет значительно бльшую роль в формировании русла, способствуя сортировке слагающего их материала, но сами формы поток не способен перемещать и перерабатывать (рис. 2). Ниже устья Донгуз-Оруна русло с НАСФ почти не встречается.

Русло переходного типа (ПВ-НАСФ) занимает отрезок длиной 2.5 км между устьями рек Малый Азау и Гарабаши. Здесь водоскаты и пороги высотой 3–6 м чередуются с участками типичного русла с неразвитыми аллювиально-селевыми формами. Эти участки небольшой протяженности часто сменяют друг друга, что обусловлено значительной ролью в руслоформировании геолого-геоморфологического строения, селевой и активной лавинной деятельности по правому борту долины, вдоль которого проходит русло реки.

Русло переходного типа (ПВ-НАФ) распространено на нижнем отрезке исследованного участка, ниже впадения р. Донгуз-Орун. Участки русла небольшой протяженности с неразвитыми аллювиальными формами чередуются здесь с сериями порогов и невысокими (1–1.5 м) водопадами, в связи с чем этот отрезок выделен в особый переходный тип. Ширина пояса руслоформирования колеблется от 30 до 150 м, ширина русла, сформированного водным потоком, составляет 10–25 м, а ширина меженного потока – 5–7 м. На всем протяжении до конца исследованного участка поток формирует короткие гряды (длиной 5–10 м), осередки и побочни, сложенные исключительно аллювием. Они образуют более низкую ступень по сравнению с неразвитыми аллювиально-селевыми формами. Эти русловые формы выражены нечетко и неустойчивы. Преобладающим морфодинамическим типом русла является врезанное относительно прямолинейное.

Руслообразующие наносы

Основными источниками поступления рыхлообломочного материала в русло Баксана являются селевые выносы из притоков, материал со склонов, размыв берегов и дна. Руслообразующие наносы Баксана, слагающие основные формы рельефа его русла, представлены валунно-галечным аллювием разнообразного гранулометрического состава. Отмостка по сравнению с аллювиальной толщей состоит из более крупного и сортированного материала. В отмостке аллювиальных форм преобладают валуны, покрывающие от 40 до 64% поверхности площадок, расположенных в средних частях русловых форм, при этом крупные валуны (50–100 см) отмечены на первых 3.1 км от истока. В ухвостьях русловых форм содержание валунов, как правило, снижается до 25–33%. Валунно-галечные наносы, слагающие отмостку, – это слабо удлинённые обломки со средними значениями коэффициента удлиненности (отношение ширины обломка к его длине – b/a) для всех фракций от 0.64 до 0.82. Как правило, отмечается увеличение коэффициента удлиненности от мелких фракций к крупным, т.е. крупные фракции по сравнению с мелкими менее удлинённые. Это может косвенно свидетельствовать как о происхождении наносов разных фракций, так и о неодинаковых способах их перемещения [6]. Наименее удлинены средние валуны диаметром 50–25 см (b/a от 0.76 до 0.86), причем отмечается тенденция к незначительному уменьшению удлиненности вниз по течению. Мелкие валуны диаметром 10–25 см имеют почти неизменную удлиненность по длине (b/a от 0.74 до 0.77). Самые резкие колебания удлиненности по длине реки имеет крупная галька диаметром 5–10 см, b/a изменяется от 0.65 до 0.80. По всей вероятности это можно объяснить поступлением крупной гальки в основном со склонов. На верхнем 6-ти км участке средний диаметр частиц отмостки на средних частях русловых форм изменяется от 21 до 11 см, имея четко выраженную тенденцию к уменьшению вниз по течению (рис. 3). В ухвостьях русловых форм по сравнению со средней частью средний диаметр наносов отмостки уменьшается. Что касается окатанности наносов отмостки, то она увеличивается вниз по течению как для валунов, так и для крупной гальки. В 0.78 км от истока преобладают неокатанные обломки 0 класса (по 5-ти балльной классификации окатанности обломочных частиц), ниже впадения р. Мал. Азау в 2.65 км от истока появляются среднеокатанные обломки 2 класса, а в 3.7 км от истока преобладающими становятся среднеокатанные обломки 1 класса, встречаются даже единичные хорошо окатанные обломки 3 класса. Наиболее окатаны, как правило, средние валуны диаметром 50–25 см,

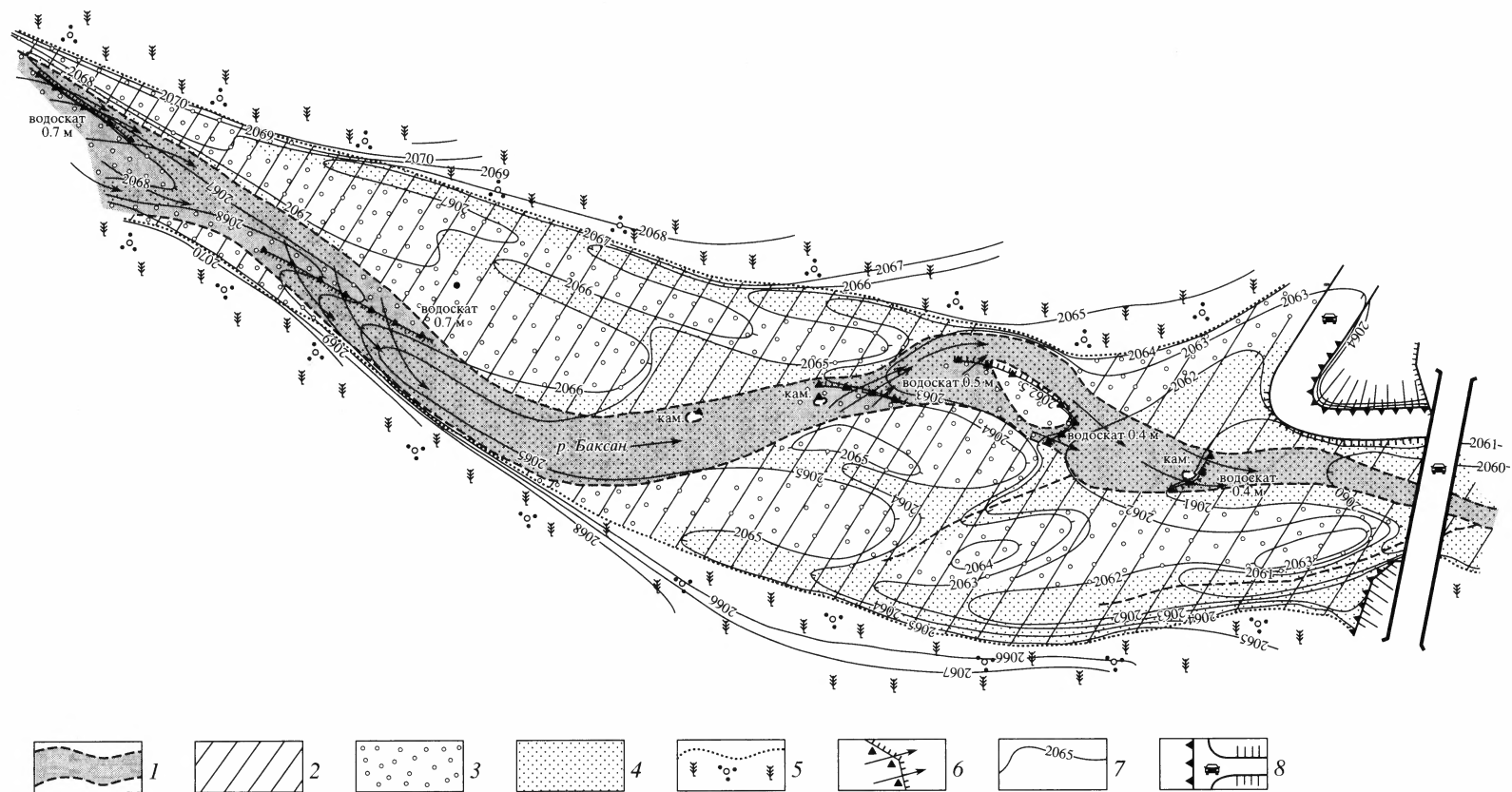


Рис. 2. Участок р. Баксан с НАСФ выше Чегетского моста

1 – русло Баксана, 2 – аллювиально-селевые побочни, 3 – аллювиально-селевые гряды, 4 – понижения между грядами, 5 – террасы и пойма, 6 – водоскаты, направление течения, 7 – горизонталы, 8 – автодороги, мосты, берегоукрепления

Диаметр наносов, см

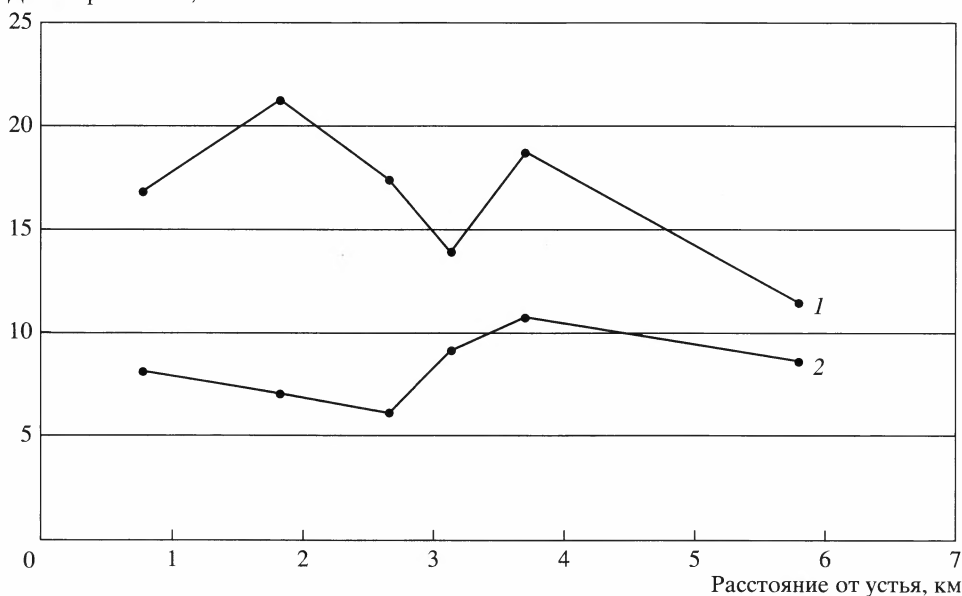


Рис. 3. Изменение среднего диаметра руслообразующих наносов Баксана по длине на первых 6-ти км от истока

1 – отмстка, 2 – аллювиальная толща

наименее – крупная галька диаметром 5–10 см. Последнее является, по-видимому, еще одним подтверждением склонового происхождения крупной гальки. Среднее содержание изверженных пород в наносах отмстки колеблется от 56 до 88%, не имея четкой тенденции к изменению по длине. И лишь во фракции средних валунов содержание изверженных пород по длине реки уменьшается от 92 до 50%.

Аллювиальная толща состоит из несортированной смеси частиц разного размера (от песка и более мелких частиц до валунов). Преобладающей фракцией являются мелкие валуны диаметром 10–25 см и галька, составляющие от 64 до 81% веса пробы. Средние диаметры частиц аллювиальной толщи колеблются от 6 до 11 см, коэффициент сортировки, определенный по формуле Л.Б. Рухина, – от 2.4 до 6.6. В отложениях толщи не наблюдается тенденции к изменению среднего диаметра и коэффициента сортированности по длине. Средний диаметр наносов отмстки и аллювиальной толщи увеличивается с возрастанием процентного содержания валунов и уменьшением частиц диаметром менее 5 см. Вообще, закономерное уменьшение крупности руслообразующих наносов сверху вниз по длине Баксана, связанное, как правило, с уменьшением уклонов и увеличением водности, наблюдается здесь обычно на участках небольшой протяженности, так как повсеместно оно нарушается ступенчатостью продольного профиля, поступлением обломочного материала со склонов, впадением селевых притоков.

Закключение

Руслоформирующая деятельность в верховьях Баксана в значительной степени определяется геолого-геоморфологическим строением долины и интенсивными экзогенными процессами, среди которых большая роль принадлежит селевым потокам. Из обломочного материала, поставляемого в русло, в результате переработки его водным потоком, формируются специфические аллювиально-селевые формы релье-

фа: гряды, водоскаты, побочни, осередки, которые хаотически чередуются с селевыми и другими формами рельефа, образованными в результате деятельности экзогенных процессов. По мере продвижения вниз по течению интенсивность воздействия на русло экзогенных процессов снижается, увеличивается водоносность реки и быстро возрастает роль водного потока в формировании русла. Наибольшее распространение на исследованном участке Баксана имеют порожисто-водопадное русло и русло с неразвитыми аллювиально-селевыми формами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сейнова И.Б. Селевые процессы р. Баксан в последнем тысячелетии М.: 1997. Деп. ВИНТИ № 9763-В97. 295 с.
2. Перов В.Ф. Типология горных водосборов с проявлением селевого процесса // Тр. Всерос. конф. по селям. Нальчик: ВГИ, 2003. С. 99–106.
3. Мезенина Т.Н. Геологическое строение Баксанской долины // Природопользование Приэльбрусья. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 14–19.
4. Ковалев П.В. Геоморфологические исследования в Центральном Кавказе (бассейн р. Баксан). Харьков: Изд-во ХГУ, 1957. 162 с.
5. Чалов Р.С. Общее и географическое русловедение. М.: Изд-во МГУ, 1997. 112 с.
6. Борсук О.А. Анализ щебнистых отложений и галечников при геоморфологических исследованиях. М.: Наука, 1973. 112 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
27.01.2006

SOME REGULARITIES OF CHANNEL FORMATION IN THE UPPER COURSE OF MOUNTAIN RIVERS (BAKSAN-RIVER AS AN EXAMPLE)

N.N. VINOGRADOVA, I.V. KRYLENKO, V.V. SOURKOV

S u m m a r y

The test site ranges 13 km down the stream from the source of the river. Geological structure and morphology of the valley are the main factors of the channel formation. Morphological types of channel bed forms created by interaction of fluvial processes and debris flow are described. The spatial distribution of channel morphological types along the studied river reach is shown.

УДК 551.432.551.24(794)

© 2007 г. Л.Н. ДОДА, Е.Я. РАНЦМАН

ОТРАЖЕНИЕ В РИСУНКЕ ОБЛАЧНОСТИ ТЕКТЕНИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МОРФОСТРУКТУР (на примере землетрясения в Южной Калифорнии 12 декабря 2003 г.)

Прогноз места и времени сильного землетрясения – одна из важнейших задач в системе наук о Земле. Методика прогноза места сильных землетрясений была разработана в 70-х годах XX в. совместными исследованиями сейсмологов, геоморфологов и прикладных математиков. Подтвердилась гипотеза – “эпицентры сильных землетрясений расположены в местах пересечений основных линейментов” [1]. Места пересечения линейментов И.П. Герасимов предложил называть *морфоструктурными узлами*, а метод, с помощью которого определяется положение морфоструктурных узлов в современной блоковой структуре земной коры, – *морфоструктурным районированием* [2].